REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

REORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL E COMPOSICIONAL EM PARCELAS PERMANENTES DE CAATINGA: EVIDÊNCIAS DE CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO E REDISTRIBUIÇÃO DE DOMINÂNCIA ENTRE 2022 E 2024

STRUCTURAL AND COMPOSITIONAL REORGANIZATION IN PERMANENT CAATINGA PLOTS: EVIDENCE OF COMPENSATORY GROWTH AND REDISTRIBUTION OF DOMINANCE BETWEEN 2022 AND 2024

REORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL Y COMPOSICIONAL EN PARCELAS PERMANENTES DE CAATINGA: EVIDENCIAS DE CRECIMIENTO COMPENSATORIO Y REDISTRIBUCIÓN DE LA DOMINANCIA ENTRE 2022 Y 2024

Cleyton dos Santos Souza
Doutorando em Ciência Florestal Florestal, UFRPE, Brasil
E-mail: klaytonsantossouzaprivado@gmail.com
Leandro Nicholas Albuquerque Silva
Graduando em Engenharia Florestal, UFERSA, Brasil
E-mail: leandro.silva48356@alunos.ufersa.edu.br
Sara Sebastiana Nogueira
Doutoranda em Ciência Florestal, UFRPE, Brasil
E-mail: sarassn7@gmail.com
Maria Gabriela do Nascimento
Mestre em Ciências Florestais, UFRPE, Brasil
E-mail: mariagabrielaufrpe@gmail.com
Elaine Cristina Alves da Silva
Doutora em Ciências Florestais, UFRN, Brasil
E-mail: elainemanancial@gmail.com
Jacqueline Wanessa de Lima Pereira
Doutora em Biotecnologia, UFRPE, Brasil
E-mail: jacquelinewlp@gmail.com
Maria José de Holanda Leite
Doutora em Ciências Florestais, UFRPE, Brasil
E-mail: maryholanda@gmail.com
Átila Bruno de Moraes Almeida
Doutorando em Ciências Florestais, UFRPE, Brasil
E-mail: atilaufcg@gmail.com
Rosilvam Ramos de Sousa

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

Engenheiro Florestal, Doutorando, UFRPE, Brasil
E-mail: rosilvam17@gmail.com
Maria Janaína Nascimento Silva
Engenheira Agrônoma, Mestre, Profissional independente, Brasil
E-mail: agronoma_janaina@hotmail.com

Resumo

Florestas tropicais sazonalmente secas apresentam dinâmica fortemente modulada pela variabilidade climática e pelo estresse hídrico, fatores que influenciam simultaneamente a mortalidade, o crescimento e a composição de espécies. Este estudo avaliou mudanças estruturais e composicionais em 32 parcelas permanentes inseridas na Caatinga, Nordeste do Brasil, comparando inventários realizados em 2022 e 2024. Foram analisadas variações na densidade (N), área basal (G), distribuição diamétrica, contribuição específica ao incremento estrutural (ΔG), dissimilaridade de Bray-Curtis e padrões multivariados por ordenação NMDS.

Observou-se leve redução na densidade média por parcela, associada a aumento expressivo na área basal, padrão potencialmente associado ao crescimento compensatório dos indivíduos remanescentes. A distribuição por classes diamétricas evidenciou redução na menor classe e incremento nas classes intermediárias, sugerindo progressão estrutural com recrutamento limitado no período. O incremento em área basal concentrou-se em poucas espécies, com destaque para *Prosopis juliflora* e *Poincianella pyramidalis*, indicando reorganização na dominância estrutural. As dissimilaridades foram mais elevadas quando baseadas em área basal do que em abundância, evidenciando alterações mais intensas na estrutura de biomassa do que na composição florística. A ordenação NMDS revelou deslocamentos heterogêneos entre parcelas, sugerindo respostas locais diferenciadas.

Os resultados indicam que, no intervalo analisado, a comunidade apresentou evidências iniciais de reorganização estrutural acompanhado de reorganização na dominância, padrão consistente com processos recentes descritos para florestas secas da América Latina sob variabilidade climática.

Palavras-chave: Caatinga; floresta tropical sazonalmente seca; dinâmica estrutural; área basal; Bray-Curtis; NMDS; crescimento compensatório; dominância ecológica; parcelas permanentes; semiárido brasileiro

Abstract

Seasonally dry tropical forests exhibit dynamics that are strongly modulated by climatic variability and water stress, factors that simultaneously influence mortality, growth, and species composition. This study evaluated structural and compositional changes in 32 permanent plots located in the Caatinga, Northeastern Brazil, by comparing forest inventories conducted in 2022 and 2024. Variations in stem density (N), basal area (G), diameter distribution, species-specific contribution to structural increment

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

(ΔG), Bray–Curtis dissimilarity, and multivariate patterns through NMDS ordination were analyzed. A slight reduction in mean density per plot was observed, accompanied by a marked increase in basal area, indicating compensatory growth of the remaining individuals. Diameter class distribution showed a decline in the smallest class and an increase in intermediate classes, suggesting structural progression with limited recruitment during the study period. Basal area increment was concentrated in a few species, particularly *Prosopis juliflora* and *Poincianella pyramidalis*, indicating a reorganization of structural dominance. Dissimilarities were higher when based on basal area than on abundance, revealing stronger changes in biomass structure than in floristic composition. NMDS ordination revealed heterogeneous shifts among plots, suggesting locally differentiated responses. The results indicate that, during the analyzed interval, the community exhibited significant structural growth accompanied by a reorganization of dominance, a pattern consistent with recent processes described for Latin American dry forests under climatic variability.

Keywords: Caatinga; seasonally dry tropical forest; structural dynamics; basal area; Bray–Curtis; NMDS; compensatory growth; ecological dominance; permanent plots; Brazilian semiarid region.

Resumen

Los bosques tropicales estacionalmente secos presentan una dinámica fuertemente modulada por la variabilidad climática y el estrés hídrico, factores que influyen simultáneamente en la mortalidad, el crecimiento y la composición de especies. Este estudio evaluó cambios estructurales y composicionales en 32 parcelas permanentes ubicadas en la Caatinga, Nordeste de Brasil, comparando inventarios realizados en 2022 y 2024. Se analizaron variaciones en la densidad (N), el área basal (G), la distribución diamétrica, la contribución específica al incremento estructural (ΔG), la disimilitud de Bray-Curtis y patrones multivariados mediante ordenación NMDS.

Se observó una ligera reducción en la densidad media por parcela, asociada a un aumento expresivo del área basal, lo que indica crecimiento compensatorio de los individuos remanentes. La distribución por clases diamétricas evidenció una reducción en la clase menor y un incremento en las clases intermedias, lo que sugiere progresión estructural con reclutamiento limitado en el período. El incremento del área basal se concentró en pocas especies, con destaque para *Prosopis juliflora* y *Poincianella pyramidalis*, indicando reorganización en la dominancia estructural. Las disimilitudes fueron mayores cuando se basaron en el área basal que en la abundancia, evidenciando cambios más intensos en la estructura de biomasa que en la composición florística. La ordenación NMDS reveló desplazamientos heterogéneos entre parcelas, lo que sugiere respuestas locales diferenciadas.

Los resultados indican que, en el intervalo analizado, la comunidad presentó un crecimiento estructural significativo acompañado de una reorganización en la dominancia, patrón consistente con procesos recientes descritos para bosques secos de América Latina bajo variabilidad climática.

Palabras clave: Caatinga; bosque tropical estacionalmente seco; dinámica estructural; área basal; Bray-Curtis; NMDS; crecimiento compensatorio; dominancia ecológica; parcelas permanentes;

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

semiárido brasileño.

1. Introdução

As florestas tropicais e subtropicais figuram entre os ecossistemas mais dinâmicos do planeta, sustentando níveis extraordinários de biodiversidade e desempenhando papel central na regulação climática por meio dos ciclos globais do carbono e da água. A compreensão de como essas florestas variam estrutural e demograficamente ao longo do tempo é fundamental para prever sua resiliência frente às mudanças climáticas globais, eventos extremos de seca e pressões antrópicas crescentes. Nesse contexto, parcelas permanentes constituem uma das ferramentas mais robustas para monitorar diretamente os processos que moldam a dinâmica florestal, permitindo quantificar mortalidade, recrutamento, incremento em área basal e turnover (Korning & Balslev, 1994; Sheil et al., 1995; Phillips et al., 1994).

A dinâmica estrutural das florestas é tradicionalmente descrita por quatro processos centrais: mortalidade, recrutamento, incremento em área basal e turnover. A mortalidade regula perdas de biomassa e pode refletir estresse hídrico, competição ou distúrbios; o recrutamento representa o ingresso de novos indivíduos no estrato mensurável; o incremento em área basal integra o crescimento individual à acumulação de carbono em escala comunitária; e o turnover expressa a taxa de substituição de caules, conectando demografia à estabilidade e sucessão ecológica (Bellingham, 2006; Ma et al., 2016). Esses processos operam de forma integrada, determinando o equilíbrio entre ganhos e perdas de biomassa e influenciando a trajetória sucessional das comunidades.

Embora florestas tropicais úmidas apresentem, em geral, elevadas taxas de recrutamento e turnover, as florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS) estão sujeitas a restrições demográficas impostas pela sazonalidade climática e por secas recorrentes. A disponibilidade hídrica emerge como um dos principais filtros ambientais nesses sistemas, afetando mortalidade, crescimento e regeneração (Saenz-Pedroza et al., 2020; Souza et al., 2021). Evidências recentes indicam que eventos prolongados de seca podem promover mortalidade seletiva de espécies sensíveis, alterando composição e estrutura da comunidade, além de reduzir incrementos em área basal e biomassa (Vilanova et al., 2018; Báez et al., 2015). Na Caatinga, secas severas entre 2012 e 2021 resultaram em perdas substanciais de indivíduos monitorados em parcelas permanentes, revelando alta vulnerabilidade demográfica ao estresse climático (Ferreira et al., 2025).

Além do clima, fatores edáficos e topográficos influenciam fortemente a dinâmica estrutural ao modular retenção hídrica, disponibilidade de nutrientes e intensidade de distúrbios naturais. Estudos comparativos demonstram que florestas sobre solos pobres apresentam dinâmicas mais lentas e maior estocagem de biomassa, enquanto áreas com maior disponibilidade de recursos tendem a apresentar taxas mais aceleradas de turnover (Vilanova et al., 2018). Distúrbios como fogo, herbívora e eventos de mortalidade em massa também desempenham papel determinante na reorganização estrutural das comunidades (Marod et al., 1999).

Em escala continental, há evidências de aceleração recente na dinâmica de florestas tropicais, com aumento nas taxas de crescimento e turnover possivelmente associados ao

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

aumento do CO_2 atmosférico e à variabilidade climática (Lewis et al., 2004; Greenberg & Lewis, 2013). Contudo, florestas sazonalmente secas permanecem sub-representadas nas grandes redes de monitoramento, apesar de cobrirem parcela expressiva da área florestal tropical global. Essa lacuna limita a compreensão de como esses ecossistemas responderão às mudanças climáticas futuras, especialmente em cenários de intensificação da seca.

O monitoramento por parcelas permanentes supera abordagens baseadas em cronos sequência ao medir diretamente processos demográficos ao longo do tempo, captando variações interanuais e respostas a eventos extremos (Breugel, 2007). Estudos de longo prazo demonstram que comunidades podem manter relativa estabilidade florística mesmo diante de mudanças estruturais significativas, sugerindo que ajustes demográficos podem ocorrer sem substituições florísticas imediatas (Souza et al., 2021). Essa dissociação entre estabilidade composicional e variação estrutural reforça a necessidade de integrar análises estruturais e de similaridade florística.

Nesse contexto, a incorporação de índices de similaridade (como Jaccard e Bray-Curtis) permite avaliar simultaneamente mudanças na composição de espécies e na estrutura de abundâncias, oferecendo uma visão mais abrangente da dinâmica comunitária. Enquanto a similaridade florística indica estabilidade ou substituição de táxons, a similaridade estrutural revela alterações na distribuição de abundâncias e dominância.

Adicionalmente, o levantamento florístico detalhado e a construção de checklists anotados fornecem base essencial para análises de conservação. A identificação de espécies endêmicas, ameaçadas ou de relevância ecológica permite interpretar tendências demográficas sob a perspectiva da biodiversidade e da vulnerabilidade ambiental. Em ecossistemas como a Caatinga, onde há elevado grau de endemismo e intensificação de pressões antrópicas, integrar dados estruturais e florísticos torna-se crucial para orientar ações de manejo e restauração.

Diante desse cenário, o presente estudo analisa a dinâmica estrutural e composicional de parcelas permanentes monitoradas entre 2022 e 2024, avaliando variações em densidade, área basal, distribuição diamétrica e similaridade florística e estrutural. Ao integrar métricas demográficas e composicionais em escala de parcela, buscamos compreender padrões recentes de reorganização da comunidade e discutir suas implicações para a estabilidade e resiliência de florestas sazonalmente secas sob condições climáticas variáveis. Nesse contexto, espera-se que mudanças estruturais na comunidade ocorram mais rapidamente do que alterações na composição florística ao longo do curto intervalo de monitoramento analisado.

2. Metodologia

O estudo foi conduzido no domínio fitogeográfico da Caatinga, na região semiárida do estado da Bahia, Nordeste do Brasil, em formações de Floresta Tropical Sazonalmente Seca (FTSS), predominantemente classificadas como Savana Estépica, com variações locais incluindo Savana Arborizada, Savana Parque e Refúgios Vegetacionais Montanos. O clima da região é semiárido, caracterizado por forte sazonalidade pluviométrica, precipitação média anual inferior a 800 mm e longos períodos de estiagem. A elevada variabilidade interanual das chuvas constitui o principal fator limitante ao crescimento vegetal e à dinâmica demográfica das populações lenhosas. Os solos são, em sua maioria, rasos e pedregosos,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

com baixa capacidade de retenção hídrica, intensificando o estresse hídrico sazonal típico da Caatinga.

Foram estabelecidas 32 parcelas permanentes distribuídas em 19 unidades amostrais (UAs), representando diferentes condições ambientais dentro da área de estudo. As parcelas foram demarcadas de forma permanente para possibilitar o monitoramento temporal da vegetação. A distribuição espacial das parcelas abrangeu um gradiente longitudinal aproximado entre −41,65° e −41,60° e latitudinal entre −8,75° e −8,67° (WGS84, zona 24S), garantindo representatividade espacial das unidades amostrais. Cada parcela foi considerada como unidade amostral nas análises estatísticas, embora parcelas pertencentes à mesma unidade amostral possam compartilhar parte da variabilidade ambiental local.

Foram realizados dois inventários florestais, sendo o inventário inicial conduzido em 2022 e a reamostragem em 2024. Em ambas as campanhas foram incluídos todos os indivíduos lenhosos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 2 cm. Para cada indivíduo foram registrados: (i) circunferência à altura do peito (CAP), medida a 1,30 m do solo; (ii) espécie e respectiva família botânica; (iii) identificação da parcela; e (iv) condição de presença no respectivo ano de amostragem. A reamostragem foi realizada na escala de parcela, permitindo a comparação direta da estrutura da comunidade entre os dois períodos.

O DAP foi obtido a partir da CAP segundo a expressão:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

A área basal individual (AB_i, em m²) foi calculada por:

$$AB_i = \pi \times \left(\frac{DAP_i}{200}\right)^2$$

A área basal total por parcela correspondeu à soma das áreas basais individuais:

$$AB_{parcela} = \sum AB_i$$

A densidade foi expressa como o número total de indivíduos por parcela em cada ano de inventário.

Os indivíduos foram organizados em classes diamétricas com amplitude constante (0–5 cm). A partir dessa classificação, foram construídas distribuições de frequência por classe de DAP para os anos de 2022 e 2024, permitindo avaliar alterações na estrutura diamétrica da comunidade ao longo do período de monitoramento.

As mudanças estruturais foram avaliadas por meio da variação absoluta na densidade (ΔN) e na área basal (ΔG), bem como pela variação percentual relativa entre 2022 e 2024. Para cada parcela, as variações foram calculadas conforme:

$$\Delta N = N_{2024} - N_{2022}$$
$$\Delta G = AB_{2024} - AB_{2022}$$

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

As variações também foram analisadas em nível de espécie, identificando os táxons com maior contribuição para mudanças na densidade e na área basal.

A similaridade entre os anos de 2022 e 2024 foi avaliada na escala de parcela utilizando dois índices complementares. Para a similaridade florística (presença/ausência), foi empregado o índice de Jaccard:

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

em que *a* corresponde ao número de espécies comuns aos dois anos, *b* às espécies exclusivas de 2022 e *c* às espécies exclusivas de 2024. Esse índice permitiu avaliar o grau de estabilidade composicional da comunidade.

Para a similaridade estrutural baseada em abundância, foi utilizado o índice de Bray-Curtis:

$$BC = 1 - \frac{2C}{S_1 + S_2}$$

em que *C* representa a soma dos menores valores de abundância por espécie entre os anos comparados, e S_1 e S_2 correspondem às abundâncias totais em cada ano. Esse índice possibilitou avaliar alterações na estrutura de dominância e na abundância relativa das espécies.

As análises estatísticas foram conduzidas no software R. Para avaliar diferenças estruturais entre 2022 e 2024 foram aplicados testes pareados ao nível de parcela, incluindo o teste t pareado e o teste de Wilcoxon pareado. A normalidade dos resíduos foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Em todas as análises, a parcela foi considerada como unidade amostral independente.

3. Resultados

Antes da análise detalhada das métricas estruturais, foi realizada uma avaliação multivariada da composição da comunidade entre 2022 e 2024 por meio de PERMANOVA, utilizando matrizes de dissimilaridade de Bray-Curtis baseadas tanto na abundância quanto na área basal das espécies. Considerando as 32 parcelas amostradas em dois períodos (64 unidades amostrais) e 128 espécies registradas, os resultados indicaram ausência de diferença composicional significativa entre os anos ($p > 0,05$), tanto para abundância quanto para área basal. Esse resultado demonstra que, no intervalo de dois anos, não houve substituição florística expressiva em escala de comunidade, sugerindo estabilidade composicional de curto prazo. Assim, as mudanças observadas ao longo do período refletem predominantemente reorganizações estruturais internas, como redistribuição de abundância e incremento em biomassa, e não alterações significativas na identidade das espécies presentes.

A estrutura das parcelas apresentou mudanças detectáveis entre 2022 e 2024. A densidade de indivíduos por parcela mostrou leve redução no período, com mediana

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

aproximada de 18 indivíduos em 2022 e cerca de 16 indivíduos em 2024, além de ampla variação entre parcelas em ambos os anos (Figura 1). Os valores extremos indicam elevada heterogeneidade espacial, com parcelas variando de aproximadamente 6 a 59 indivíduos em 2022 e de 3 a 51 indivíduos em 2024. Apesar dessa leve redução na densidade média, a distribuição interquartílica manteve padrão semelhante entre campanhas.

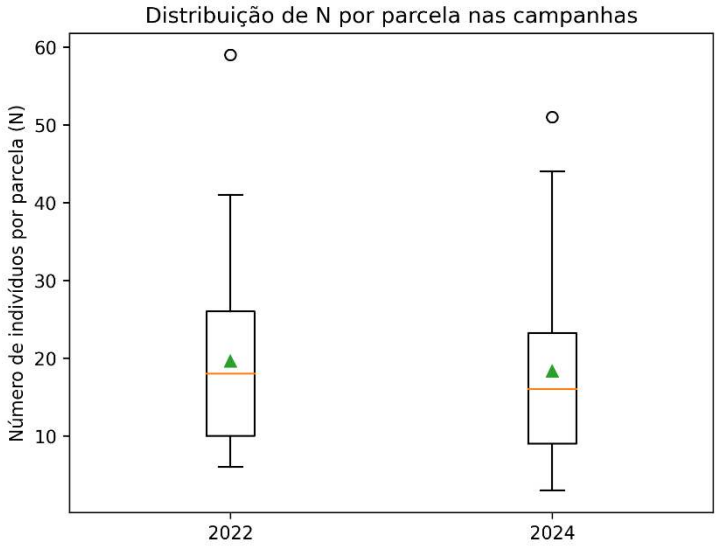


Figura 1. Distribuição do número de indivíduos (N) por parcela nas campanhas de 2022 e 2024. Boxplots indicam mediana, quartis e valores extremos.
Fonte: Os autores.

Em contraste com a tendência observada para densidade, a área basal apresentou aumento expressivo entre os períodos (Figura 2). Em 2022, os valores foram baixos e relativamente homogêneos, com mediana próxima de 0,01 m² por parcela. Em 2024, a mediana aumentou para aproximadamente 0,09 m², com registros superiores a 0,50 m² em algumas parcelas. Esse padrão indica crescimento estrutural significativo da comunidade, mesmo sem aumento proporcional no número de indivíduos.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

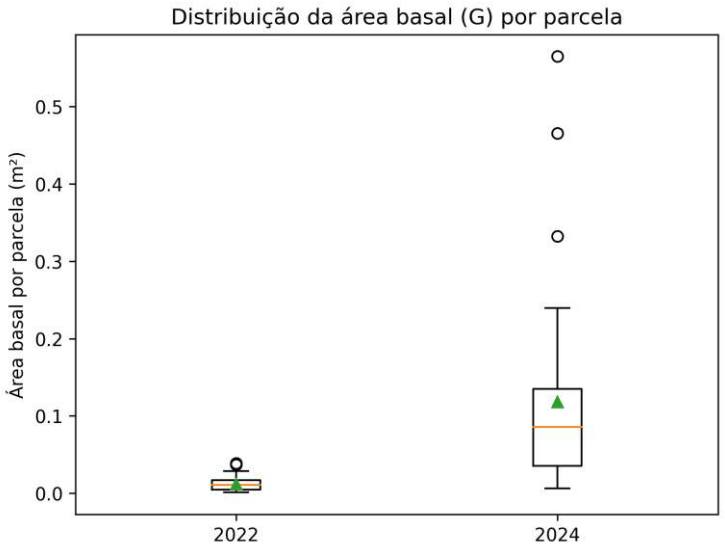


Figura 2. Distribuição da área basal (G) por parcela nas campanhas de 2022 e 2024. Fonte: Os autores.

A relação entre densidade (N) e área basal (G) reforça esse padrão (Figura 3). Em 2022, a associação entre as variáveis foi fraca, com valores de área basal concentrados abaixo de 0,05 m² mesmo em parcelas mais densas. Em 2024, observou-se maior dispersão e tendência positiva entre N e G, indicando que parcelas com maior número de indivíduos passaram a concentrar maior estoque estrutural. No entanto, algumas parcelas apresentaram alta área basal mesmo com densidade moderada, sugerindo influência marcante de indivíduos de maior porte.

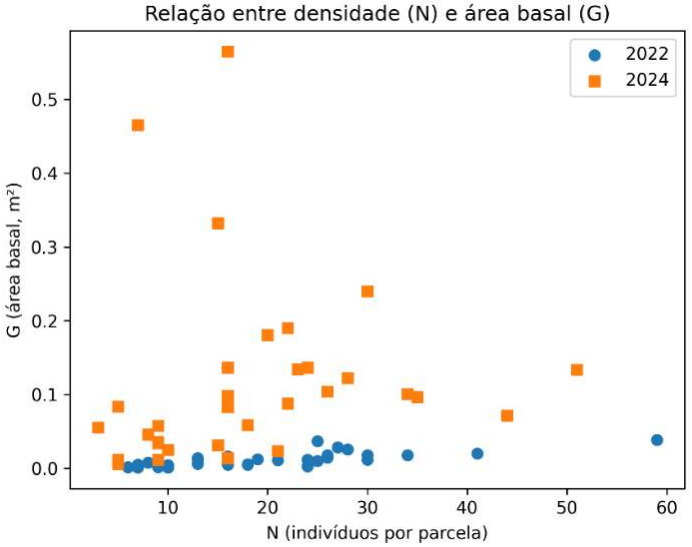


Figura 3. Relação entre densidade (N) e área basal (G) por parcela nos anos de 2022 e 2024.

Fonte: Os autores.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

A distribuição por classes diamétricas evidenciou alteração estrutural consistente (Figura 4). Em 2022, a maioria dos indivíduos concentrou-se na menor classe (0–5 cm), com mais de 600 registros. Em 2024, essa classe reduziu substancialmente, enquanto houve aumento nas classes 5–10 cm e 10–20 cm, além do surgimento mais evidente de indivíduos em classes superiores a 20 cm. Esse deslocamento indica progressão estrutural e crescimento dos indivíduos previamente estabelecidos.

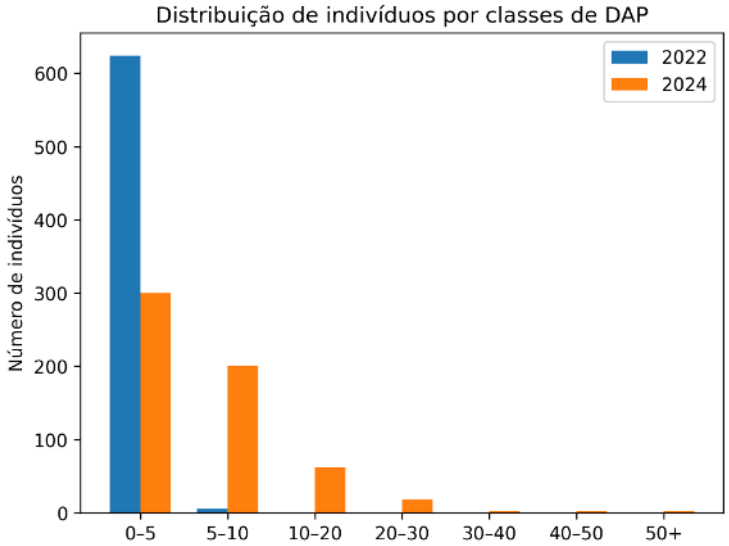
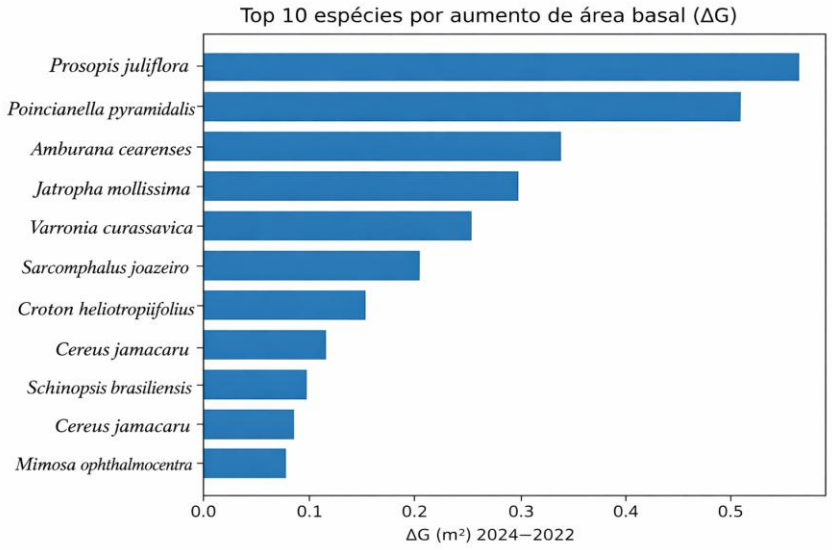


Figura 4. Distribuição do número de indivíduos por classes de DAP nas campanhas de 2022 e 2024.

Fonte: Os autores.

O incremento estrutural foi concentrado em poucas espécies (Figura 5). *Prosopis juliflora* apresentou o maior aumento em área basal (ΔG superior a 0,50 m²), seguida por *Poincianella pyramidalis* e *Amburana cearensis*. As dez espécies com maior incremento foram responsáveis por parcela significativa da variação estrutural total, indicando contribuição desigual entre táxons.



REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

Figura 5. Top 10 espécies com maior incremento em área basal (ΔG) entre 2022 e 2024.

Fonte: Os autores.

A análise das variações por parcela revelou que o aumento em área basal ocorreu mesmo em unidades que apresentaram redução no número de indivíduos (Figura 6). O ΔN variou aproximadamente de −15 a +15 indivíduos, enquanto o ΔG foi predominantemente positivo. Esse padrão indica que o crescimento diamétrico compensou parcialmente a perda de indivíduos em diversas parcelas.

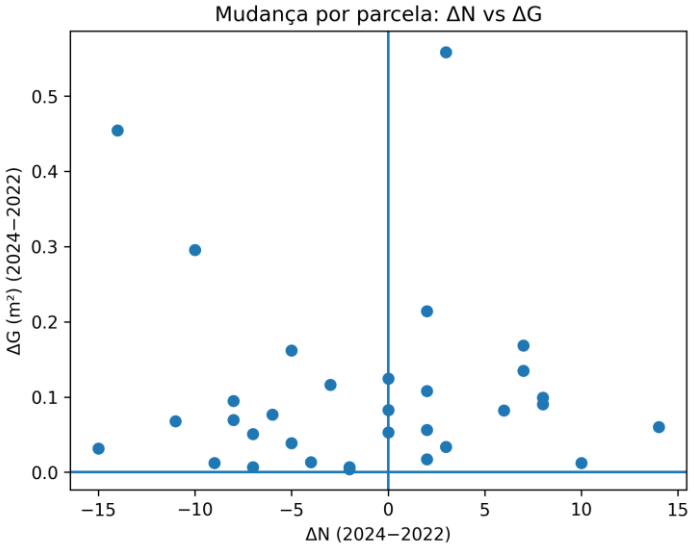


Figura 6. Relação entre variação no número de indivíduos (ΔN) e variação na área basal (ΔG) por parcela (2024–2022).

Fonte: Os autores.

A dissimilaridade baseada na contagem de indivíduos (Bray-Curtis) evidenciou mudanças moderadas a elevadas entre campanhas (Figura 7). Os valores variaram de aproximadamente 0,06 a 1,0, com maioria das parcelas entre 0,4 e 0,8, indicando reorganização na estrutura de abundância ao longo do período.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

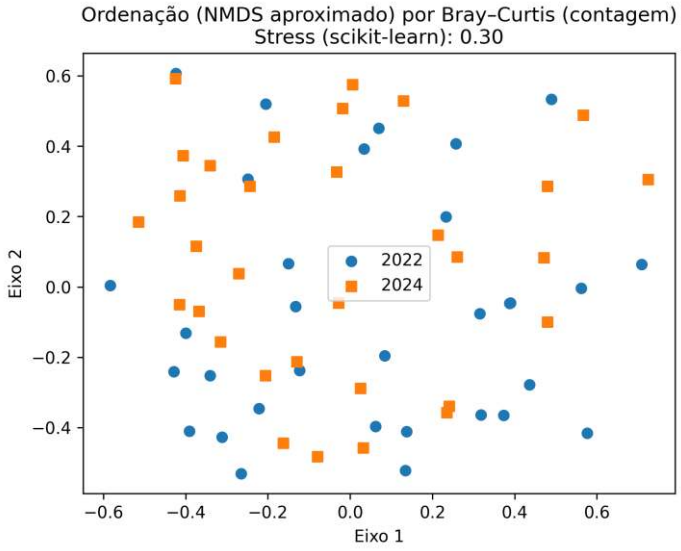


Figura 7. Dissimilaridade de Bray-Curtis baseada na contagem de indivíduos entre 2022 e 2024 por parcela.
Fonte: Os autores.

Quando considerada a área basal, a dissimilaridade foi ainda mais elevada (Figura 8), com grande parte das parcelas apresentando valores acima de 0,75. Isso demonstra que as mudanças foram mais intensas na estrutura de dominância e biomassa do que na simples contagem de indivíduos.

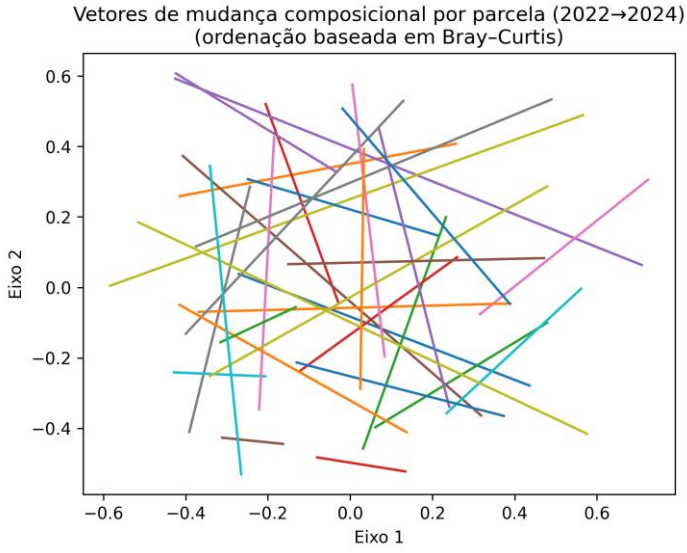


Figura 8. Dissimilaridade de Bray-Curtis baseada na área basal entre 2022 e 2024 por parcela.

Fonte: Os autores.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

A ordenação NMDS baseada na matriz de Bray-Curtis (contagem) apresentou valor de stress de 0,30 (Figura 9), indicando representação limitada da estrutura multivariada, devendo ser interpretada com cautela. Observou-se sobreposição parcial entre os anos, mas com deslocamentos perceptíveis em diversas parcelas, sugerindo mudanças composicionais detectáveis.

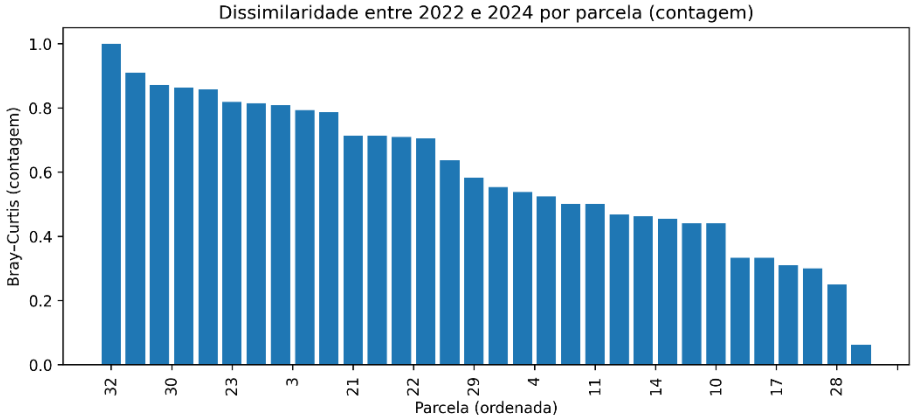


Figura 9. Ordenação NMDS baseada na dissimilaridade de Bray-Curtis (contagem) para 2022 e 2024.

Fonte: Os autores.

Os vetores de mudança composicional evidenciaram direções variadas de deslocamento entre 2022 e 2024 (Figura 10). Algumas parcelas apresentaram mudanças acentuadas na posição multivariada, enquanto outras mantiveram deslocamentos curtos, indicando maior estabilidade relativa. O padrão geral sugere reorganização estrutural heterogênea no espaço amostral.

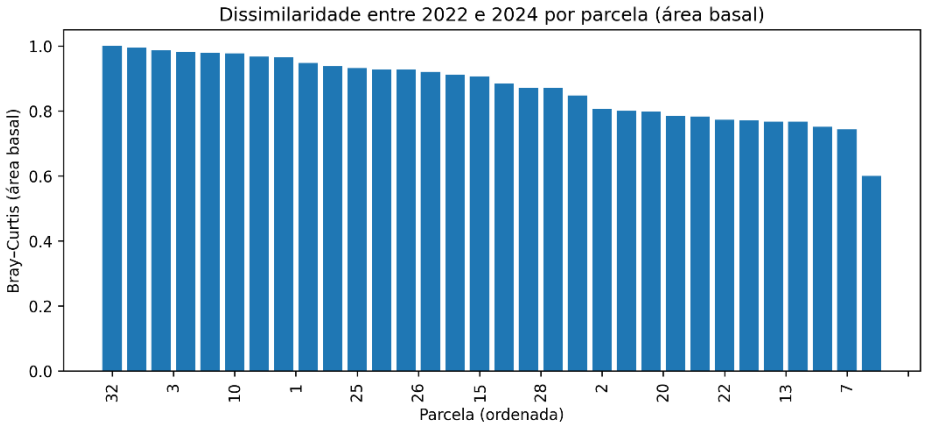


Figura 10. Vetores de mudança composicional por parcela entre 2022 e 2024 com base na ordenação por Bray-Curtis.

Fonte: Os autores.

4. Discussão

As mudanças estruturais observadas entre 2022 e 2024 revelam um padrão consistente com dinâmicas recentes descritas para florestas tropicais sazonalmente secas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

(FTSS), especialmente na Caatinga. A leve redução na densidade associada ao aumento expressivo na área basal sugere um processo de auto-desbaste e ações antrópicas na área, modificando a composição estrutural e a combinação com crescimento diamétrico dos indivíduos remanescentes. Esse padrão já foi documentado para florestas secas do Nordeste brasileiro, onde eventos de seca prolongada promovem mortalidade seletiva de indivíduos menores e favorecem a dominância de árvores estruturalmente mais robustas (Silva et al., 2017; Mao et al. 2017). Também foi observada atividade de corte de madeira nas áreas de parcela permanente que impactou significativamente na redução de algumas parcelas. Esse fator pode ter contribuído localmente para a redução da densidade em algumas parcelas e deve ser considerado como uma possível fonte adicional de variação estrutural.

O aumento significativo da área basal, mesmo com estabilidade ou redução na densidade, indica intensificação do crescimento secundário, possivelmente associada a pulsos favoráveis de precipitação interanual. Em estudo de longo prazo na Caatinga, Souza et al. (2020) demonstraram que a biomassa pode se recuperar rapidamente após eventos secos severos, principalmente via crescimento de indivíduos sobreviventes, mais do que por recrutamento (Marline et al., 2020). Esse mecanismo parece consistente com o deslocamento estrutural observado nas classes diamétricas.

A redistribuição das classes de DAP, com redução na classe 0–5 cm e aumento nas classes intermediárias, sugere progressão estrutural e possível limitação recente de recrutamento. Em florestas secas mexicanas, Martínez-Ramos et al. (2018) mostraram que o recrutamento em FTSS é altamente dependente de janelas climáticas favoráveis, sendo severamente reduzido após secas intensas (Prather et al., 2018). Na Caatinga, eventos de seca multianual entre 2012 e 2017 reduziram drasticamente o estabelecimento de plântulas e juvenis (Marengo et al., 2018), o que pode explicar a contração nas menores classes diamétricas.

A forte concentração do incremento em poucas espécies, especialmente *Prosopis juliflora*,, reforça padrões de dominância funcional descritos para ambientes semiáridos. Espécies com elevada tolerância à seca e estratégias conservativas de uso da água tendem a ampliar sua contribuição estrutural sob estresse climático (Dantas et al., 2019). A expansão estrutural de *Prosopis juliflora*, espécie exótica amplamente naturalizada na Caatinga, tem sido associada à alteração de regimes hidrológicos e competitivos, podendo modificar significativamente a dinâmica comunitária (Andrade et al., 2020)

A análise conjunta de ΔN e ΔG mostrou que parcelas com perda de indivíduos frequentemente apresentaram ganho em área basal, indicando crescimento compensatório. Esse fenômeno é compatível com o conceito de resiliência estrutural por compensação de biomassa, observado em florestas secas da Colômbia e do Brasil (Poorter et al., 2016). Em ambientes sazonais, a redução na competição intraespecífica após mortalidade pode favorecer crescimento acelerado dos indivíduos remanescentes.

As dissimilaridades moderadas a elevadas baseadas em Bray-Curtis indicam reorganização estrutural significativa em escala de parcela. Estudos recentes em florestas secas da América Latina demonstram que mudanças estruturais podem ocorrer mesmo quando a composição florística permanece relativamente estável, sugerindo que variações na abundância precedem substituições taxonômicas (Esquivel-Muelbert et 2019). Esse padrão parece coerente com a maior dissimilaridade observada para área basal em comparação à contagem de indivíduos.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

A ordenação NMDS (stress = 0,30) indica separação parcial entre os anos, refletindo mudanças multivariadas detectáveis, porém heterogêneas. Valores de stress próximos a 0,30 são considerados aceitáveis para dados ecológicos complexos, especialmente em comunidades com alta variabilidade espacial (Clarke et al., 2014). O padrão de vetores divergentes entre parcelas sugere que a resposta à variação ambiental não foi uniforme, o que é característico da Caatinga, onde solos rasos, topografia e histórico de uso modulam fortemente a dinâmica local (Vieira et al., 2018).

Em síntese, os resultados indicam que, no intervalo analisado, a comunidade apresentou crescimento estrutural expressivo e reorganização na dominância, com leve redução na densidade total. Esse padrão é consistente com processos recentes documentados para florestas secas da América Latina, nos quais eventos climáticos extremos promovem mortalidade seletiva, crescimento compensatório e redistribuição estrutural antes de mudanças florísticas profundas.

5. Conclusão

O monitoramento das parcelas permanentes entre 2022 e 2024 evidenciou um processo claro de reorganização estrutural na comunidade arbórea estudada. Embora tenha ocorrido leve redução na densidade média de indivíduos por parcela, observou-se aumento expressivo na área basal, indicando crescimento compensatório dos indivíduos remanescentes e intensificação da dominância estrutural. A redistribuição nas classes diamétricas, com diminuição na menor classe e aumento nas classes intermediárias, reforça a interpretação de progressão estrutural associada a crescimento secundário mais do que a recrutamento recente.

As mudanças foram espacialmente heterogêneas, com parcelas apresentando diferentes magnitudes de variação em ΔN e ΔG, bem como distintos padrões de deslocamento na ordenação multivariada. A maior dissimilaridade baseada em área basal, em comparação à contagem de indivíduos, demonstra que as transformações foram mais intensas na estrutura de biomassa e na dominância do que na composição florística propriamente dita. O incremento estrutural concentrado em poucas espécies, incluindo táxons com elevada tolerância ao estresse hídrico, sugere que a dinâmica recente pode estar sendo modulada por filtros ambientais típicos de ambientes semiáridos.

De forma integrada, os resultados indicam que a comunidade apresenta resiliência estrutural de curto prazo, sustentada pelo crescimento de indivíduos estabelecidos, mas com sinais de possível limitação no recrutamento. Esse padrão é consistente com dinâmicas descritas para florestas tropicais sazonalmente secas sob variabilidade climática. O monitoramento contínuo dessas parcelas será fundamental para avaliar se o crescimento compensatório observado se mantém ao longo do tempo ou se ocorrerão mudanças composicionais mais profundas em resposta a eventos climáticos futuros.

Referências

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

23, n. 4, p. 935–943, 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400004

BÁEZ, S.; COLLINS, S. L.; POCKMAN, W. T.; JOHNSON, J. E.; SMALL, E. E. Effects of experimental rainfall manipulations on Chihuahuan Desert grassland and shrubland plant communities. **Oecologia**, v. 172, n. 4, p. 1117–1127, 2013. DOI: https://doi.org/10.1007/s00442-012-2552-0

BELLINGHAM, P. J.; SPARROW, A. D. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. **Oikos**, v. 89, n. 2, p. 409–416, 2000. DOI: https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.890224.x

CLARKE, K. R.; TWEEDLEY, J. R.; VALESINI, F. J. Simple shade plots aid better long-term choices of data pre-treatment in multivariate assemblage studies. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 94, n. 1, p. 1–16, 2014. DOI: https://doi.org/10.1017/S0025315413001227

DANTAS, V. L.; PAUSAS, J. G.; BATALHA, M. A.; LOIOLA, P. P.; CIANCIARUSO, M. V. Climate control of leaf traits and wood density in seasonally dry tropical forests. **Forest Ecology and Management**, v. 432, p. 79 – 86, 2019.

ESQUIVEL-MUELBERT, A. et al. Compositional response of Amazon forests to climate change. **Global Change Biology**, v. 25, n. 1, p. 39–56, 2019. DOI: https://doi.org/10.1111/gcb.14413

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, v. 5, n. 1, p. 77–86, 1994. DOI: https://doi.org/10.2307/3235641

LEWIS, S. L. et al. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 359, n. 1443, p. 421–436, 2004. DOI: https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1431

MA, Z. et al. Regional drought-induced reduction in the biomass carbon sink of Canada's boreal forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 7, p. 2423–

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

2427, 2016. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1111576109

MAO, Q. et al. Responses of understory plant physiological traits to a decade of nitrogen addition in a tropical reforested ecosystem. **Forest Ecology and Management**, v. 401, p. 65–74, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.047

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, p. 1189–1200, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8

MARLINE, L.; AH-PENG, C.; HEDDERSON, T. A. J. Epiphytic bryophyte diversity and range distributions along an elevational gradient in Marojejy, Madagascar. **Biotropica**, v. 52, p. 1–11, 2020. DOI: https://doi.org/10.1111/btp.12781

MARTÍNEZ-RAMOS, M. et al. Natural forest regeneration and ecological restoration in human-modified tropical landscapes. **Ecology**, v. 99, n. 1, p. 36–47, 2018. DOI: https://doi.org/10.1111/btp.12382

PHILLIPS, O. L. et al. Drought sensitivity of the Amazon rainforest. **Science**, v. 323, n. 5919, p. 1344–1347, 2009. DOI: https://doi.org/10.1126/science.1164033

PHILLIPS, O. L.; HALL, P.; GENTRY, A. H.; SAWYER, S. A.; VÁSQUEZ, R. Dynamics and species richness of tropical rain forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 91, n. 7, p. 2805–2809, 1994. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2805

POORTER, L. et al. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. **Nature**, v. 530, n. 7589, p. 211–214, 2016. DOI: https://doi.org/10.1038/nature16512
PRATHER, C. M.; BELOVSKY, G. E.; CANTRELL, S. A.; GONZÁLEZ, G. Tropical herbivorous phasmids, but not litter snails, alter decomposition rates by modifying litter bacteria. **Ecology**, v. 99, n. 4, p. 782–791, 2018. DOI: https://doi.org/10.1002/ecy.2169

SÁENZ-PEDROZA, I. et al. Seasonal drought drives tree mortality and recruitment in a tropical dry forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 31, n. 3, p. 420–431, 2020. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.9636

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 03/03/2026
Vol: 13.02
DOI: 10.66104/pnmen722
Pages: 1-18

SHEIL, D.; BURSLEM, D. F. R. P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, v. 83, n. 2, p. 331–333, 1995. DOI: https://doi.org/10.2307/2261571

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America. **Forest Ecology and Management**, v. 400, p. 1–3, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3

VIEIRA, R. M. S. P. et al. Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, v. 6, p. 347–360, 2015. DOI: https://doi.org/10.5194/se-6-347-2015

VILANOVA, E. et al. Environmental drivers of forest structure and stem turnover across Venezuelan tropical forests. **PLOS ONE**, v. 13, n. 6, e0198489, 2018. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198489